



VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ

BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY

FAKULTA STAVEBNÍ

FACULTY OF CIVIL ENGINEERING

ÚSTAV BETONOVÝCH A ZDĚNÝCH KONSTRUKCÍ

INSTITUTE OF CONCRETE AND MASONRY STRUCTURES

**ADAPTACE HISTORICKÉHO OBJEKTU PRO
REKREAČNÍ ÚČELY**

CONVERSION OF A HISTORIC BUILDING FOR RECREATIONAL PURPOSES

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

BACHELOR'S THESIS

AUTOR PRÁCE

AUTHOR

Kristína Kašáková

VEDOUCÍ PRÁCE

SUPERVISOR

Ing. JIŘÍ STRNAD, Ph.D.

BRNO 2021



VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ

FAKULTA STAVEBNÍ

Studijní program	B3607 Stavební inženýrství
Typ studijního programu	Bakalářský studijní program s prezenční formou studia
Studijní obor	3608R001 Pozemní stavby
Pracoviště	Ústav betonových a zděných konstrukcí

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

Student	Kristína Kašáková
Název	Adaptace historického objektu pro rekreační účely
Vedoucí práce	Ing. Jiří Strnad, Ph.D.
Datum zadání	30. 11. 2020
Datum odevzdání	28. 5. 2021

V Brně dne 30. 11. 2020

prof. RNDr. Ing. Petr Štěpánek, CSc.
Vedoucí ústavu

prof. Ing. Miroslav Bajer, CSc.
Děkan Fakulty stavební VUT

PODKLADY A LITERATURA

EC a ČSN z oboru betonových, zděných a ocelových staveb, geotechniky atd. (včetně změn a doplňků)

Skripta, podklady a opory používané ve výuce na ÚBZK FAST VUT v Brně

Výpočetní programy pro PC

ZÁŠADY PRO VYPRACOVÁNÍ

Proveďte zaměření a přibližné ověření materiálových charakteristik u historického objektu hospodářských budov bývalého mlýna. Následně posuďte nosné konstrukce na únosnost a u stropních konstrukcí i na použitelnost. Vypracujte výkresovou dokumentaci. V případě nedostatečné únosnosti některých prvků navrhnete způsob jejich zesílení.

Požadované výstupy:

Textová část (obsahuje průvodní zprávu a ostatní náležitosti v souladu s platnými směrnici)

Přílohy textové části:

P1. Použité podklady

P2. Zpráva o diagnostickém průzkumu

P3. Výkresy (přehledné, podrobné a detaily v rozsahu určeném vedoucím práce)

P4. Statický výpočet (v rozsahu určeném vedoucím práce)

Bakalářská práce bude odevzdána v listinné a elektronické formě podle směrnic a 1x na CD.

STRUKTURA BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

VŠKP vypracujte a rozčleňte podle dále uvedené struktury:

1. Textová část závěrečné práce zpracovaná podle platné Směrnice VUT "Úprava, odevzdávání a zveřejňování závěrečných prací" a platné Směrnice děkana "Úprava, odevzdávání a zveřejňování závěrečných prací na FAST VUT" (povinná součást závěrečné práce).

2. Přílohy textové části závěrečné práce zpracované podle platné Směrnice VUT "Úprava, odevzdávání, a zveřejňování závěrečných prací" a platné Směrnice děkana "Úprava, odevzdávání a zveřejňování závěrečných prací na FAST VUT" (nepovinná součást závěrečné práce v případě, že přílohy nejsou součástí textové části závěrečné práce, ale textovou část doplňují).

Ing. Jiří Strnad, Ph.D.
Vedoucí bakalářské práce

ABSTRAKT

Cieľom bakalárskej práce je posúdenie vybraných častí konštrukcie historického objektu. Práca je zložená z diagnostickej a projekčnej časti. Diagnostická časť sa zaoberá zameraním objektu a vykonaním skúšok pevnosti malty a ocele. V projekčnej časti sú spracované namerané údaje a posúdené nosné steny v 1. a 2. nadzemnom podlaží a klenba nad 1. nadzemným podlažím. Výstupom práce sú výkresy objektu, protokoly o vykonaných skúškach a statické výpočty konštrukcií.

KLÍČOVÁ SLOVA

murivo, klenba, stena, oceľový profil, rekonštrukcia, zaťaženie, posúdenie

ABSTRACT

The aim of the bachelor thesis is to assess selected parts of the construction of a historic building. The work consists of a diagnostic and design part. The diagnostic part focuses on the object measurement and mortar and steel strength performance testing. The measured data and load-bearing walls in the 1st floor and 2nd floor above-ground and the vault above the 1st above-ground floor are processed in the projection part. The output of the work are object drawings, performed tests protocols and static calculations of the structure.

KEYWORDS

masonry, vault, wall, steel beam, reconstruction, load, assessment

BIBLIOGRAFICKÁ CITACE

Kristína Kašáková *Adaptace historického objektu pro rekreační účely*. Brno, 2021. 18 s., 59 s. příl. Bakalářská práce. Vysoké učení technické v Brně, Fakulta stavební, Ústav betonových a zděných konstrukcí. Vedoucí práce Ing. Jiří Strnad, Ph.D.

PROHLÁŠENÍ O SHODĚ LISTINNÉ A ELEKTRONICKÉ FORMY ZÁVĚREČNÉ PRÁCE

Prohlašuji, že elektronická forma odevzdané bakalářské práce s názvem *Adaptace historického objektu pro rekreační účely* je shodná s odevzdanou listinnou formou.

V Brně dne 9. 5. 2021

Kristína Kašáková
autor práce

PROHLÁŠENÍ O PŮVODNOSTI ZÁVĚREČNÉ PRÁCE

Prohlašuji, že jsem bakalářskou práci s názvem *Adaptace historického objektu pro rekreační účely* zpracoval(a) samostatně a že jsem uvedl(a) všechny použité informační zdroje.

V Brně dne 9. 5. 2021

Kristína Kašáková
autor práce

PodĎakovanie

Touto cestou by som rada poĎakovala vedúcemu mojej bakalárskej práce pánovi Ing. Jiřímu Strnadovy, Ph.D. za odborné vedenie, cenné rady, ochotu, čas a trpezlivosť pri konzultáciách.

Obsah

1	Úvod	9
2	Popis súčasného stavu objektu	10
3	Popis posudzovaných častí.....	11
3.2	Zvislé konštrukcie.....	11
3.3	Klenba.....	11
4	Diagnostický prieskum	12
5	Návrh nového stavu objektu	12
6	Popis skúšok	13
6.2	Stanovenie pevnosti v tlaku malty	13
6.3	Stanovenie pevnosti ocele	13
7	Statický výpočet	13
8	Postup výstavby	14
9	Záver.....	15
10	Zoznam použitých zdrojov	16
10.1	Software	16
10.2	Normy.....	16
10.3	Literatúra.....	16
10.4	Internetové stránky.....	17
11	Zoznam príloh	17
12	Zoznam obrázkov	18

1 Úvod

Bakalárska práca sa zaoberá zameraním a zakreslením historického objektu, ktorý sa nachádza v meste Český Dub a posúdením jeho vybraných častí. Konkrétne ide o posúdenie pozdĺžnych nosných stien v prvom a druhom nadzemnom podlaží a o posúdenie klenbového stropu nad prvým nadzemným podlažím. Súčasťou posudku stropu bude posúdenie klenby a oceľového I profilu. V práci bude zahrnuté posúdenie súčasného stavu objektu, na základe ktorého bude vytvorený návrh zosilnenia stropu pomocou spriahnutia oceľového I profilu a betónovej dosky. Bude zhotovená výkresová dokumentácia súčasného stavu objektu, v ktorej budú zahrnuté pôdorysy jednotlivých podlaží, výkres krovu, rezy objektom a pohľady na objekt. Výkresová dokumentácia bude spracovaná v programe AutoCAD. Výpočty budú spracované ručne formou statického výpočtu a budú doplnené o výpočty z programu SCIA Engineer.

2 Popis súčasného stavu objektu

Posudzovaný objekt je hospodárska budova v sústave budov vodného mlyna na brehu rieky Ještědky v obci Český Dub v časti Bohumileč. Prvé zmienky o mlyne pochádzajú zo 16. storočia, ale nie je zaznamenané, kedy bola pristavená budova, ktorou sa zaoberá táto práca. Budova v minulosti slúžila ako chliev pre zvieratá, na uskladnenie poľnohospodárskeho náradia a na ubytovanie zamestnancov mlyna. Stavba je vsadená medzi ďalšie budovy mlyna a na južnej strane je spojená s novšou stodolou.

Z konštrukčného hľadiska ide o jednoduchú budovu obdĺžnikového pôdorysu s rozmermi 14,7 m x 8,4 m a výšku 10,75 m. Budova má dve nadzemné podlažia a podkrovie. Budova je zastrešená sedlovou strechou s dreveným krovom typu ležatá stolica so štyrmi plnými väzbami. Steny sú murované z plných pálených tehál na vápennú alebo vápenno-cementovú maltu. Nosný systém tvoria obvodové steny a jednu priečna vnútorná nosná stena v prvom aj v druhom nadzemnom podlaží. V druhom nadzemnom podlaží je pozdĺž celej priečnej steny pavlač. Na obrázkoch číslo 1 a 2 je znázornený aktuálny stav budovy.



Obr. 1: Predná strana posudzovanej budovy



Obr. 2: Zadná strana budovy s pripojenou stodolou

3 Popis posudzovaných častí

Táto kapitola sa zaoberá jednotlivými posudzovanými časťami budovy. Popisuje súčasný stav zvislých nosných konštrukcií v prvom a v druhom nadzemnom podlaží a klenby.

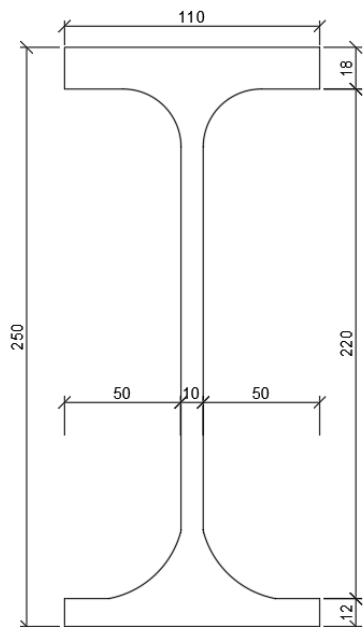
3.2 Zvislé konštrukcie

Posudzované zvislé konštrukcie sú pozdĺžne obvodové steny prvého a druhého nadzemného podlažia. Hrúbka prednej steny v prvom nadzemnom podlaží je 660 mm a v druhom nadzemnom podlaží má stena hrúbku 450 mm. Zadná stena v prvom nadzemnom podlaží má hrúbku 690 mm a v druhom nadzemnom podlaží je hrúbka steny 500 mm. Zadná stena objektu je čiastočne podzemná. Posúdenie zvislých konštrukcií je v prílohe číslo 4.

3.3 Klenba

Klenba je zhotovená z plných pálených tehál zložená z klenbových pásov. Je to valená klenba s eliptickým oblúkom uložená do oceľových I profilov. Rozpätie krajných klenbových pásov je 2050 mm a 2150 mm a rozpätie vnútorných klenbových pásov sa pohybuje v rozmedzí od 1600 mm do 1700 mm. Dĺžka klenby je 9,65 m a šírka od prvého

klenbového pásu po posledný klenbový pás je 14,220 m. Vzopnutie klenbového oblúku v každom páse je 170 mm. Oceľový profil, ktorý sa nachádza v objekte sa rozmermi nezhoduje so žiadnym so súčasných typov I profilov. Rozmery profilu sú zobrazené na obrázku číslo 3. Posúdenie klenby a oceľového nosníku je v prílohe číslo 4.



Obr. 3: Tvar a rozmery oceľového I profilu

4 Diagnostický prieskum

Pred začiatkom spracovávaní práce bol urobený podrobný diagnostický prieskum súčasného stavu budovy. Prieskum pozostáva zo zamerania celej budovy a posúdenia jej súčasného stavu. Na základe výsledkov merania boli zhotovené výkresy, ktoré sú súčasťou prílohy číslo 3. Vo vybraných častiach budovy boli urobené skúšky pevnosti malty v tlaku a pevnosti ocele. Na základe skúšok pevnosti boli zistené materiálové charakteristiky potrebné na statické posúdenie budovy.

5 Návrh nového stavu objektu

Na základe súčasného stavu budovy bol spracovaný návrh na zosilnenie klenbového stropu. Návrh je zložený z novej betónovej dosky a skladby podlahy nad klenbovým stropom. Betónová doska má výšku 80 mm a v statickom výpočte je posúdená spolu s oceľovým I profilom ako spriahnutá konštrukcia. Nad doskou je navrhnutá izolácia z extrudovaného polystyrénu výšky 220 mm v interiérových priestoroch objektu a výšky 140 mm na pavlačí. Na polystyréne bude 80 mm vysoká vrstva betónovej mazaniny, na ktorú sa položí podlaha. Nový stav je posúdený v prílohe číslo 4.

6 Popis skúšok

Kapitola sa zaoberá popisom vykonaných skúšok na sledovanom objekte. Prvou skúškou je stanovenie pevnosti v tlaku pomocou Kučerovej vŕtačky. Druhá skúška slúži na stanovenie pevnosti ocele pomocou Poldi kladivka. V závere každej skúšky je skúška vyhodnotená.

6.2 Stanovenie pevnosti v tlaku malty

Na určenie pevnosti v tlaku malty bola urobená skúška pomocou ručnej Kučerovej vŕtačky. Skúška sa robí na viacerých skúšobných miestach v ložných špárach muriva. Pred začiatkom skúšky musí byť z muriva odstránená omietka na ploche s rozmermi 200 mm x 150 mm a musí byť odstránená malta z ložnej špáry do hĺbky asi 20 mm. Na každom skúšobnom mieste sa vyvrtajú tri vrty a odmeria sa ich hĺbka pomocou posuvného meradla. Z nameraných hodnôt sa pomocou aritmetického priemeru vypočíta priemerná hĺbka vrtu a z kalibračného vzťahu sa odčíta pevnosť malty v tlaku.

Po vykonaní skúšky na dvoch skúšobných miestach v interiéri bolo zistené že malta v priestoroch chlievu je silno dehydratovaná jej pevnosť bola 0 MPa. Na dvoch skúšobných miestach v exteriéri bola zistená pevnosť malty 1,5 MPa. Z dôvodu rozdielných pevností v interiéri a v exteriéri bola pri posudzovaní uvažovaná pevnosť malty $f_M = 1$ MPa.

Presný popis a výsledky skúšky sa nachádzajú v prílohe číslo 2.

6.3 Stanovenie pevnosti ocele

Na stanovenie pevnosti ocelového I profilu bol použitý tvrdomer Poldi kladivko. Tak ako pri skúške pevnosti malty je potrebné povrch skúšaného telesa najskôr očistiť. V skúške sa porovnáva tvrdosť skúšobného telesa a telesa so známou tvrdosťou - etalonu. Porovnanie sa vykoná pomocou otláčku kalenej guľičky, ktorá sa otláči do skúšobného telesa aj do etalonu. Pomocou lupy s meradlom sa odmeria priemer guľičky na oboch telesách a z tabuľky sa odčíta pevnosť ocele.

Po vykonaní skúšky bola zistená priemerná pevnosť ocele 690 MPa, čo približne zodpovedá ocele 10 522. Z pôvodných tabuliek bolo zistené dovolené namáhanie tohto typu ocele $k_{DOV} = 2600$ kg/cm³ a z toho bola odvodená medza klzu $f_y = 260$ MPa, ktorá bola použitá vo výpočtoch.

Presný popis a výsledky skúšky sú popísané v prílohe číslo 3.

7 Statický výpočet

Statický výpočet je spracovaný podľa platných noriem a je súčasťou prílohy číslo 4. Obsahuje výpočet stáleho zaťaženia na jednotlivé konštrukcie, premenného zaťaženia a zaťaženia snehom. Je v ňom zahrnuté posúdenie vybraných konštrukcií a porovnanie

súčasného a nového stavu. Statický výpočet je spracovaný ručne a je doplnený o výpočet v programe SCIA Engineer.

8 Postup výstavby

Výstavba začne búracími prácami, počas ktorých sa najskôr odstráni pôvodné priečky v druhom nadzemnom podlaží a postupne sa budú odstraňovať jednotlivé vrstvy podlahy a zásyp klenby, ktorý sa odstráni po hornú hranu I profilu. Na ocel'ové I profily budú navarené sprahovacie tĺne priemeru 16 mm. Potom bude vybetónovaná betónová doska z betónu C25/30 výšky 80 mm. Po vytvrdnutí betónu budú zhotovené nové priečky tvárnic Porootherm 14 šírky 140 mm. Medzi priečky sa položí extrudovaný polystyrén, na ktorý sa naniesie betónová mazanina výšky 80 mm. Nakoniec sa položí podlaha.

9 Záver

Cieľom práce bolo spracovať diagnostický prieskum, posúdiť súčasný stav konštrukcií, na základe ktorého sa navrhla a posúdila nová konštrukcia. Práca je zložená z diagnostického prieskumu spracovaného do protokolov o vykonaných skúškach a do výkresovej dokumentácie. Diagnostický prieskum bol vykonaný v mieste objektu a určil súčasný stav konštrukcie. Na základe prieskumu boli vykonané statické výpočty spracované podľa platných noriem. V druhej časti práce bol vytvorený návrh na rekonštrukciu a nový stav objektu.

10 Zoznam použitých zdrojov

10.1 Software

AUTOCad 2018

SCIA Engineer 19.1

MS Word

MS Excel

10.2 Normy

ČSN EN 1990 Eurokód: Zásady navrhování konstrukcí

ČSN EN 1991-1 Eurokód 1: Zatížení konstrukcí - Část 1-1: Obecná zatížení - Objemové tíhy, vlastní tíha a užitná zatížení pozemních staveb

ČSN EN 1991-1-5 Eurokód 1: Zatížení konstrukcí - Část 1-5: Obecná zatížení - Zatížení teplotou

ČSN EN 1993-1-1 Eurokód 3: Navrhování ocelových konstrukcí - Část 1-1: Obecná pravidla a pravidla pro pozemní stavby

ČSN EN 1994-1-1 Eurokód 4: Navrhování spřažených ocelobetonových konstrukcí - Část 1-1: Obecná pravidla a pravidla pro pozemní stavby

ČSN EN 1996-1-1+A1 Eurokód 6: Navrhování zděných konstrukcí - Část 1-1: Obecná pravidla pro vyztužené a nevyztužené zděné konstrukce

ČSN EN 1996-3 Eurokód 6: Navrhování zděných konstrukcí - Část 3: Zjednodušené metody výpočtu nevyztužených zděných konstrukcí

10.3 Literatura

ZICH, Miloš, Ing. Ph.D. Příklady posouzení betonových prvků dle eurokódů. Praha: Dashöfer, 2010, ISBN 978-80-86897-38-7

STUDNIČKA, Jiří, prof. Ing. DrSc. Navrhování spřažených ocelobetonových konstrukcí příručka k ČSN EN 1994-1-1, Praha: Informační centrum ČKAIT, 2009, ISBN 978-80-87093-85-6

JENEŠ, Rostislav, Ing.; PODROUŽKOVÁ, Božena, Ing. Zděné konstrukce: Modul MS1 – Základy navrhování, Brno: Vysoké učení technické v Brně, 2005

JENEŠ, Rostislav, Ing.; PODROUŽKOVÁ, Božena, Ing. Zděné konstrukce: Modul MS4 – Vodorovné konstrukce, klenby, Brno: Vysoké učení technické v Brně, 2006

FUCHS, Jiří, Ing.; NOVOTNÝ, Josef, Ing.; REC, Miloslav, Ing.; SÍTEK, Otakar, Dr.; Ocelové stavby – konstrukční prvky, Praha: Státní nakladatelství technické literatury, 1956

10.4 Internetové stránky

Technický list - cihla Porotherm 14 – Wienerberger. Cit. [2021-05-20]. Dostupné z:

https://www.wienerberger.cz/content/dam/wienerberger/czech-republic/marketing/documents-magazines/technical/technical-product-info-sheet/wall/CZ_POR_TEC_Pth_14.pdf

Dvojkĺoubový oblouk parabolický. Cit. [2021-05-20]. Dostupné z:

https://vutbr.sharepoint.com/sites/Svarickova/BL006%20kombi/04_tabulky%20klenba.pdf

Zkoušky tvrdosti. Cit.[2020-05-20]. Dostupné z: https://www.spszengrova.cz/wp-content/uploads/2020/04/KOM_3_10_SPU-mereni_tvrlosti_1.pdf

Zkoušení cihlového zdiva v konstrukci. Cit. [2021-05-20]. Dostupné z:

http://www.szk.fce.vutbr.cz/vyuka/BI52/ESF_C4_N%C2%A0vod.pdf

Informácie o mlyne a história mlyna. Cit. [2021-05-20]. Dostupné z:

<http://vodnimlyny.cz/mlyny/objekty/detail/2698-mlyn-v-bohumilci>

11 Zoznam príloh

P1. Použité podklady

P1.1 Zameranie súčasného stavu

P1.2 Fotodokumentácia súčasného stavu

P1.3 Štúdia nového stavu

P2. Správa o diagnostickom prieskume

P2.1 Stanovenie pevnosti malty v tlaku

P2.2 Stanovenie pevnosti ocele

P3. Podrobné výkresy pôvodného stavu objektu

P3.1 Pôdorys 1NP

P3.2 Pôdorys 2NP

P3.3 Pôdorys podkrovia

P3.4 Krov

P3.5 Rezy objektom

P3.6 Pohľady

P3.7 Skladby podláh

P4. Statický výpočet

12 Zoznam obrázkov

Obr. 1: Predná strana posudzovanej budovy

Obr. 2: Zadná strana budovy s pripojenou stodolou

Obr. 3: Tvar a rozmery oceľového I profilu